

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE LUBRICACIÓN EN UNA
EMPRESA DE REFRIGERACIÓN EN EL PROCESO DE METALES**

Santiago Castro Castaño

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
2018**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE LUBRICACIÓN EN UNA
EMPRESA DE REFRIGERACIÓN EN EL PROCESO DE METALES**

Santiago Castro Castaño

Práctica Empresarial Conducente para optar al título de Ingeniero Mecánico

**Director: William Olarte Cortes
Mg. Instrumentación Física**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERÍA MECÁNICA
2018**

Nota de Aceptación

Firma del director

William Olarte Cortes

Firma del jurado

Firma del jurado

Pereira, 15 de enero de 2018

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mis padres por apoyarme en el cumplimiento de mi proyecto de vida.

A la Universidad Tecnológica de Pereira por ser parte de la construcción de mi proyecto de vida.

Al ingeniero William Olarte Cortes por su asesoría y orientación en el desarrollo de este trabajo de grado y por contribuir en mi formación personal y profesional.

A la empresa por permitirme desarrollar mi trabajo de grado en el marco de su organización

TABLA DE CONTENIDO

RESÚMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1.1. Sistematización del problema	14
2. JUSTIFICACION	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
3.1.1. Objetivos Específicos:.....	16
4. MARCO REFERENCIAL.....	17
4.1. MARCO TEÓRICO	17
4.2. MARCO CONCEPTUAL.....	25
5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE METALES.	26
5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	26
5.2. DIAGNOSTICO.....	30
6. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA PLANEACIÓN DE LUBRICACIÓN.....	31
6.1. MAQUINARIA DEL PROCESO DE METALES:.....	31
6.2. CRITICIDAD EN EL PROCESO DE METALES:	31
6.3. INVENTARIO LUBRICANTES.....	32
6.4. ESTADO ACTUAL DE LOS LUBRICANTES.....	32
7. DISEÑO DEL PROGRAMA DE LUBRICACIÓN ADECUADO PARA EL PROCESO DE METALES	35
7.1. IDENTIFICACION DE FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN	35
7.2. FICHA TECNICA DE LOS LUBRICANTES	39
7.3. METODO Y TIPO DE LUBRICACIÓN	39
7.4. DISEÑO DE SISTEMA DE CODIFICACIÓN POR COLORES	40

7.5. INDICADORES.....	41
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA	44
WEBGRAFÍA	44

LISTA DE TABLAS

Tabla No.1 Inventario de lubricantes.

Tabla No.2 Programa de lubricación

Tabla No.3 Código de colores para los lubricantes.

Tabla No.4 Indicadores

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 Estanterías para recepción de láminas metálicas.

Figura No. 2 cizalla SAFAN.

Figura No. 3 cizalla AJIAL.

Figura No. 4 Tren de gabinetes: cargador de lámina.

Figura No. 5 Tren de gabinetes: Troqueladora.

Figura No. 6 Tren de gabinetes: Roladora.

Figura No. 7 Tren de gabinetes: Dobladora.

Figura No. 8 Tanques de almacenamiento de los lubricantes

Figura No. 9 Almacenamiento de los lubricantes.

Figura No. 10 CASTROL Molub Alloy 860-220

Figura No. 11 Análisis de vibraciones

Figura No. 12 Dispensadores de grasa

Figura No. 13 Unidad de lubricación centralizada

LISTA DE ANEXOS

Anexo No. 1 Análisis de vibraciones

Anexo No. 2 Dispensadores de grasa

Anexo No. 3 Ficha tecnica Unidad de Lubricacion centralizada

Anexo No. 4 Ficha tecnica Grasa CASTROL

Anexo No. 5 Ficha tecnica Gulf EP Lubricant HD

Anexo No. 5.1 hoja de seguridad gulf EP lubricant HD

Anexo No. 6 Ficha tecnica Gulf Gear MP SAE 80W90 Y 85W140

Anexo No. 7 Ficha tecnica Gulf Harmony A.W.

Anexo No. 8 Ficha tecnica HDT DOP

Anexo No. 9 Ficha tecnica Morlina

RESÚMEN

El proyecto Implementación de un programa de lubricación en una empresa de refrigeración en el proceso de metales, tiene como objetivo formalizar un programa de lubricación adecuado y en función de las actividades de la empresa.

En general, se evidencia la necesidad de tener un control constante de la lubricación de todos los equipos, y debido a la gran cantidad de equipos que son necesarios para la operación de la empresa, se propone crear un programa de lubricación para el proceso de metales de la empresa, el cual es uno de los más críticos de la etapa productiva.

Los programas de lubricación permiten asegurar que todos los puntos de lubricación de una máquina sean correctamente atendidos. No sólo ayuda a los técnicos a identificar y ubicar todos los puntos de lubricación de una máquina determinada, sino que también es útil para verificar y estar seguros de conocer todos los puntos de lubricación de las máquinas.

ABSTRACT

The project Implementation of a lubrication program in a company of refrigeration in the process of metals, has like objective formalize a program of lubrication adapted and in function of the activities of the company.

In general, the need to have constant control of the lubrication of all equipment is evident, and due to the large amount of equipment that is necessary for the operation of the company, it is proposed to create a lubrication program for the metal process of the company, which is one of the most critical of the productive stage.

Lubrication programs ensure that all lubrication points of a machine are properly serviced. Not only does it help the technicians identify and locate all the lubrication points of a given machine, it is also useful to verify and be sure to know all the lubrication points of the machines.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento se entiende como todas aquellas actividades *“orientadas a preservar la operatividad de máquinas, equipos e instalaciones conforme a conocimientos específicos que tienen su apoyatura en la ciencia y la técnica. Planificar y organizar un ciclo de mantenimiento conlleva el conocimiento constructivo de las máquinas y equipos sobre los cuales se debe practicar la prevención, la predicción o la corrección para sus componentes con la finalidad de evitar detenciones intempestivas por fallas o imprevisión”* [1]. A partir de lo mencionado anteriormente, surgen diferentes tipos de mantenimiento, los cuales cumplen tareas específicas pero que están relacionados entre sí en la búsqueda del mismo fin, mantener en buen estado los equipos y evitar así daños irreversibles que conlleven a pérdidas de producción.

Los programas de lubricación son un pilar fundamental del mantenimiento preventivo (planificado), siendo este un mantenimiento que tiene como objetivo mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. La lubricación constituye una función importante dentro del mantenimiento que soporta el proceso productivo, la cual consiste en la introducción de una capa intermedia de un material ajeno entre dos superficies con movimiento relativo que se encuentran expuestas a fricción o desgaste. Las funciones principales de un aceite lubricante son: reducción de fricción, disminución de desgaste, regulación de temperatura, disminución de contaminación, reducción de corrosión y transmisión de fuerza y movimiento (hidráulicos). Cada una de estas funciones es afectada por las condiciones de falta de lubricante.

“Un programa de lubricación bien planeado y correctamente implementado está diseñado para colocar la cantidad adecuada del material adecuado en el sitio adecuado y en el instante adecuado, con el objetivo de incrementar la vida útil de los componentes, reducir costes de mantenimiento y reducir costes de energía de accionamiento.” [2]

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los principales problemas que se detectan en una planta industrial con respecto a la lubricación y que determinarían la necesidad de formalizar un programa de lubricación adecuado son variados y están en función de las actividades de la empresa. En general, un operario es el encargado del engrase o lubricación, su forma de trabajar es autónoma y no posee la capacidad para detectar situaciones que afecten la calidad de lubricación. Por otro lado, es muy probable que se utilice un lubricante sin haber realizado previamente un análisis, sólo por recomendaciones de proveedores. Y no se conocen adecuadamente los puntos de lubricación, el método, el tipo, etc.

La falta o la mala administración de la lubricación acarrearán problemas tanto en los equipos como en la línea de producción. Las máquinas no sólo necesitan contar con un poco de lubricante de cualquier tipo. Más bien, necesitan un abasto adecuado y sostenido del lubricante correcto. Adecuado no significa tan solo que esté mojado con aceite o que haya presencia de lubricante.

La empresa en estos momentos no cuenta con un programa de lubricación establecido, en el cual se encuentren documentados los puntos críticos de las máquinas, el tipo de lubricante, la forma de lubricación, la frecuencia, el etiquetado, etc. Se encontró que la lubricación se ha desarrollado empíricamente, es por esto que surge la necesidad de que se establezca un programa de lubricación que cumpla con todos los requerimientos.

Evidenciando la necesidad de tener un control constante de la lubricación de todos los equipos que la requieran, y debido a la gran cantidad de equipos que son necesarios para la operación de la empresa, se propone crear un programa de lubricación para el proceso de metales de la empresa, el cual es uno de los más críticos de la etapa productiva.

Los programas de lubricación permiten asegurar que todos los puntos de lubricación de una máquina sean correctamente atendidos. No sólo ayuda a los técnicos a identificar y ubicar todos los puntos de lubricación de una máquina determinada, sino que también es útil para verificar y estar seguros de que incluso los técnicos más experimentados conozcan todos los puntos de lubricación de las máquinas.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo implementar un programa de lubricación en una empresa de refrigeración en el proceso de metales?

1.1.1. Sistematización del problema

- ¿Cuál es el estado actual de la lubricación en el proceso de metales?
- ¿Qué documentación es necesaria para realizar la planeación de lubricación de una empresa de refrigeración?
- ¿Cuál es el programa de lubricación adecuado para el proceso de metales?

2. JUSTIFICACION

Actualmente para las industrias es de gran importancia, los sistemas de mantenimiento confiables y que brinden además de tener disponible la máquina, las herramientas para el mejoramiento continuo. A pesar de que existen modelos de mantenimiento, métodos y estrategias generales de cómo realizar un adecuado mantenimiento, las empresas siguen incurriendo en costos por acciones correctivas y sobre inventarios de repuestos.

Uno de los principales problemas que se detectan en una planta industrial es la falta de un programa de lubricación adecuado, por lo que es muy probable que se utilice un lubricante sin haber realizado previamente un análisis, sólo por recomendaciones de proveedores y además no se conozcan adecuadamente los puntos de lubricación, el método, el tipo, etc.

Es así como resulta imprescindible desarrollar un programa de lubricación en una empresa de refrigeración en el proceso de metales, el cual tiene como objetivo asumir un compromiso de todos, incluidos operadores de máquinas, supervisores, administrativos, contratistas etc., de esta empresa para así asegurar su funcionamiento de manera óptima y eficaz en cada uno de sus procesos.

3. OBJETIVOS

Los objetivos son aquellas metas específicas que se deben alcanzar para poder responder a una pregunta de investigación y que orientan el desarrollo de la investigación (Briones, 2003); Así como los objetivos que se presentan a continuación.

3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un programa de lubricación en el proceso de metales.

3.1.1. Objetivos Específicos:

- Realizar el diagnostico actual de la lubricación en el proceso de metales.
- Recopilar y consolidar la información necesaria para realizar la planeación de lubricación de una empresa de refrigeración.
- Diseñar un programa de lubricación adecuado para el proceso de metales

4. MARCO REFERENCIAL

Toda investigación debe estar sustentada a partir de conocimiento previo construido, ya que forma parte de una estructura teórica ya existente. La construcción del marco de referencia le da al investigador la capacidad de abordar con mayor propiedad el objeto de conocimiento. Para el caso particular de la implementación de un programa de lubricación en una empresa de refrigeración en el proceso de metales, dicho marco está compuesto por:

4.1. MARCO TEÓRICO

El mantenimiento industrial abarca tantos aspectos diferentes, que es fácil encontrar en la literatura multitud de definiciones. El concepto está íntimamente relacionado con el objetivo de toda industria y su modo de funcionamiento, el cual a su vez depende de la situación del mercado en el que se encuentra.

El objetivo primordial de una industria (en su función de empresa) es generar riqueza en el entorno en el que se desarrolla y para ello, además de otras consideraciones (por ejemplo, ser respetuosa con el medio ambiente), debe procurar maximizar sus beneficios. Así, puede decirse que el mantenimiento ayuda a este objetivo.

El grado de consecución del mismo depende de varios factores, dentro de los cuales figura el tipo de mantenimiento implantado.

Sin embargo, como se ha mencionado, la importancia relativa del mantenimiento para lograr el objetivo anterior depende de la situación del mercado. En un mercado en auge y crecimiento, en el que se puede vender tanto como se produzca, las industrias tratan maximizar su capacidad de producción llegando a funcionar todo el tiempo disponible. En tal situación, el mantenimiento es un aspecto fundamental para conseguir una producción máxima, ya que una parada larga causada por la avería de una máquina crítica puede afectar a la producción de toda la planta durante horas (incluso días) y conllevar grandes pérdidas económicas por lo que se podría haber producido y no se produjo (coste de oportunidad). Por el contrario, en un mercado en declive la producción es más relajada; no se trabaja contrarreloj y una avería provoca pérdidas muchos menores. En consecuencia, la eficiencia con que se lleve a cabo el mantenimiento posee mucha menos relevancia. Desde un

punto de vista amplio, puede decirse que el mantenimiento industrial es una disciplina con la que, antes o después, se relacionan todas las demás disciplinas involucradas en el proceso de producción industrial. Pero precisamente esta dilatada interrelación hace que la función mantenimiento constituya uno de los pilares fundamentales que condiciona la eficiencia de cualquier industria moderna.

En cierto sentido, el resto de disciplinas involucradas dependen en mayor o menor medida del mantenimiento; de tal forma que cualquier intento de producción sin mantenimiento resulta caótico, aunque el resto de tareas se realicen con gran perfección. Esto es tanto más así cuanto mayor sea la intención de maximizar la productividad.

Mantenimiento basado en Vibraciones

Cualquier máquina vibra durante su funcionamiento. La intensidad de vibración depende del diseño, la situación, la bancada, las condiciones de operación, el estado de la máquina y otros factores. Además, el nivel de vibración de la máquina varía de unos puntos a otros de la misma.

Para una máquina determinada funcionando en condiciones normales una vibración de una cierta intensidad se puede considerar normal, pero si la máquina se deteriora el nivel de vibración sube. El incremento del nivel de vibración es pues un buen indicador del estado de la máquina o sus componentes, de ahí que sea el parámetro más utilizado en el mantenimiento predictivo.

El límite aceptable de vibración antes de intervenir sobre una máquina debe establecerse asegurando los siguientes criterios:

- La vibración no debe superar el límite que ocasione un funcionamiento defectuoso de la máquina (por ejemplo la vibración de una rectificadora no debe sobrepasar el límite que impida alcanzar el nivel de acabado superficial deseado).
- La vibración aceptable no debe reducir de manera apreciable la vida útil media de los componentes de la máquina.
- La vibración de la máquina no debe superar el valor que haga problemático el correcto funcionamiento de otras máquinas cercanas o la integridad de otros sistemas o instalaciones.
- La vibración de la máquina no debe provocar efectos dañinos en las personas.

Lubricación

La lubricación constituye una función importante dentro del mantenimiento que soporta el proceso productivo. Prácticamente todos los componentes mecánicos de máquinas que están en movimiento ruedan o deslizan sobre otras superficies. Si estas superficies no están adecuadamente lubricadas pueden desgastarse con rapidez y consumir una gran cantidad de energía para el movimiento. En el funcionamiento de equipos, muchas deficiencias de funcionamiento, excesos en costes de reparación y tiempos de parada son debidos a una lubricación inadecuada.

Por otro lado, el entorno industrial habitual contiene silicatos, óxidos, limaduras de metal y otros materiales abrasivos que, si acceden al espacio entre dos superficies que contactan con movimiento relativo, ocasionan ralladuras y aceleran el desgaste. La presencia de un sistema adecuado de lubricación puede eliminar esta posibilidad, sirviendo de barrera que se opone a la entrada de estos elementos y, en caso de llegar a entrar, sirviendo de vehículo de eliminación.

Un programa de lubricación bien planeado y correctamente implementado está diseñado para colocar la cantidad adecuada del material adecuado en el sitio adecuado y en el instante adecuado, con el objetivo de incrementar la vida útil de los componentes, reducir costes de mantenimiento y reducir costes de energía de accionamiento.

Aplicación de los lubricantes: La utilización de lubricantes en maquinaria industrial puede tener diferentes y variados objetivos. Las funciones más importantes que se atribuyen a los lubricantes son las siguientes:

- Reducir la fricción y la energía de accionamiento. La inclusión de un fluido lubricante reduce el coeficiente de fricción de dos superficies materiales en contacto.

Dado que la fuerza de fricción se opone al movimiento, la lubricación reduce dicha oposición y con ello la energía necesaria para el accionamiento. Además, al ser menores las fuerzas de oposición, las fuerzas internas que han de soportar las diferentes partes de la máquina también son menores, incrementándose la resistencia de los componentes frente al fenómeno de la fatiga.

- Reducir el desgaste. Cuando dos superficies están presionadas una contra la otra y poseen un movimiento relativo, se produce desgaste debido a la rugosidad superficial (que presenta picos y valles microscópicos en forma de dientes de sierra de manera que los de una superficie se incrustan en los de la otra, siendo

arrancados durante el movimiento). Cuando el sistema está lubricado adecuadamente, los valles se llenan de lubricante (figura 2.1), existiendo una película que separa ambas partes. Esta película se interpone entre ambas superficies, evitando el contacto entre materiales y eliminando con ello la posibilidad de desgaste.

- Disipar calor. Otra función de los lubricantes es absorber calor y transferirlo fuera de las superficies en contacto. Sin embargo, la capacidad de disipación de un sistema de lubricación es limitada y, con frecuencia, se requiere de otro sistema de refrigeración independiente. En ocasiones, es el propio lubricante el que se pasa a través de un intercambiador para su enfriamiento con el fin de incrementar la capacidad de disipación de calor del sistema. En cualquier caso, la temperatura del lubricante puede servir como indicador de la temperatura de funcionamiento de la máquina y, así, se puede utilizar para prevenir los fallos cuyo síntoma es el incremento de temperatura.

- Prevenir contra la oxidación, corrosión y herrumbre. La existencia de una película de lubricante en la superficie de los metales es de especial importancia para evitar que estos fenómenos se produzcan. Durante el funcionamiento, esta película evita el contacto del metal con el agua, con el aire y con posibles ácidos, que son agentes corrosivos para los metales puros. Incluso durante el almacenamiento, muchos elementos mecánicos (rodamientos, engranajes, etc.) son cubiertos con lubricante para evitar su oxidación. La oxidación es un problema especialmente importante en industrias marítimas, de tratamiento de productos explosivos, químicas y de alimentación, entre otras. Estas industrias necesitan equipos mecánicos aptos para trabajar en ambientes muy oxidantes y emplean lubricantes especiales que incorporan aditivos que mejoran la protección.

- Prevenir contra la contaminación y el depósito de partículas sólidas. En muchos casos, la lubricación impide la entrada de partículas sólidas al contacto entre las superficies. En otros casos, la lubricación recirculada sirve de caudal al que se vierten todas las pequeñas partículas generadas durante el funcionamiento normal de la máquina. Este caudal de lubricante puede ser filtrado consiguiendo el aislamiento y la extracción de dichas partículas. De esta forma se consigue prevenir las superficies contra posibles ralladuras que ocasionarían las partículas de material.

- Amortiguar impactos. El lubricante atrapado entre dos superficies curvas que se comprimen una contra la otra por sus partes convexas (por ejemplo, los dientes de un engranaje) es gradualmente comprimido a medida que las superficies se acercan

hasta el contacto. Esta presión disminuye progresivamente a medida que el lubricante es expulsado de la zona de contacto. Este fenómeno incrementa la progresividad del contacto y produce el amortiguamiento del impacto. Así, por ejemplo, se evita el castañeteo de los dientes de engranajes cuando entran en contacto.

- Amortiguar ruidos. De manera asociada a la amortiguación de impactos, los lubricantes en máquinas previenen contra la contaminación del ambiente de Trabajo por ruidos debido al funcionamiento más suave de todos los elementos lubricados.

- Transmitir potencia. Los sistemas hidráulicos de aplicación de fuerzas se sirven de un fluido a presión para transmitir potencia entre diferentes puntos. En la actualidad este fluido es, en casi todos los casos, un lubricante debido a que otros fluidos comunes (como el agua) son corrosivos u oxidantes para los metales del sistema. El lubricante no solamente no es corrosivo sino que, además, cuenta con las importantes funciones básicas descritas anteriormente, lo que lo hace especialmente indicado.

Como se observa, la utilización de un sistema de lubricación adecuado durante el funcionamiento de máquinas y sistemas mecánicos resulta imprescindible. Su mal funcionamiento o su falta de utilización se traducen en gran cantidad de problemas que suelen derivar en un considerable gasto económico.

Propiedades de los lubricantes: Las principales propiedades de los lubricantes son las siguientes:

- Viscosidad absoluta o dinámica. Es un indicador de la resistencia del lubricante a fluir. Se define como el cociente entre la tensión cortante aplicada y la velocidad relativa conseguida por unidad de espesor de película de lubricante. Su unidad principal es el centiPoise ($cP = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$). Así, esta propiedad muestra, por ejemplo, la lentitud con la que fluye el lubricante desde la interfase entre las superficies hacia afuera por las ranuras existentes. En igualdad del resto de condiciones, cuanto mayor sea la viscosidad, más lento será este flujo.

- Viscosidad cinemática. Se define como el resultado de dividir la viscosidad dinámica de un aceite por su densidad, expresadas ambas a una determinada temperatura. La unidad principal de medida de la viscosidad cinemática es el centiStoke ($cSt = \text{mm}^2/\text{s}$). Diferentes escalas de clasificación de lubricantes han sido creadas a partir de esta propiedad. Las dos más comunes son la escala SAE y la escala VG.

La viscosidad SAE es una escala definida por la Society of Automotive Engineers (SAE) para aceites de automoción, que asigna un mismo número SAE a distintos rangos de viscosidades cinemáticas. La viscosidad ISO o ISO VG (Viscosity Grade) es otra escala de viscosidades (similar a la escala SAE) pero aplicada fundamentalmente a aceites industriales.

- Punto de inflamación. Es la temperatura a partir de la cual una chispa provoca una llamarada sobre la superficie del lubricante, extinguiéndose momentos. Después de este punto de inflamación proporciona información importante sobre la volatilidad del aceite, permitiendo realizar un pronóstico sobre su consumo durante el régimen de funcionamiento de la máquina.

Similar al punto de inflamación, aunque menos importante, existe otro punto llamado punto de combustión definido como la temperatura en la que la llama provocada por la chispa se mantiene viva al menos 5 segundos.

- Punto de fluencia. Es la temperatura por debajo de la cual un lubricante deja de fluir bajo unas condiciones definidas. Es indicativo de la cantidad de cera a baja temperatura. La cera tiende a separarse en cristales, los cuales pueden inhibir la fluidez del aceite e impedir la lubricación adecuada en aplicaciones a bajas temperaturas.

- Color. Puede variar dentro de una amplia gama (blanco, rojo, marrón, negro, etc.). Algunas marcas utilizan el color para hacer notar el grado de alguna propiedad. Pero, en general, el color no indica calidad ni ninguna otra cualidad.

- Emulsificación y demulsibilidad. La emulsificación indica la tendencia de un aceite a mezclarse íntimamente con agua hasta lograr una emulsión más o menos estable. La demulsibilidad indica la facilidad que el aceite presenta para separarse del agua. Estas propiedades están relacionadas con la aptitud del lubricante cuando es utilizado para lubricar sistemas en presencia de agua (turbinas de vapor y determinadas operaciones hidráulicas). El problema estriba en que la emulsión aceite-agua puede conducir a la oxidación del aceite en presencia de aire y altas temperaturas. Bajo estas condiciones, es recomendable un aceite capaz de romper dicha emulsión, para lo cual se utilizan aditivos especiales.

- Número de neutralización. Esta es una propiedad relacionada con la acidez. Corresponde al número de miligramos de hidróxido de potasio que es necesario para neutralizar 1 gramo de aceite. Su valor en aceites bien refinados es muy bajo, normalmente menor que 0,01, pero algunos aditivos pueden hacer crecer significativamente este número. Durante el funcionamiento, el número de

neutralización puede variar. Un incremento sustancial de su valor puede ser indicación de oxidación del aceite.

Los aceites de motor modernos son alcalinos y el grado de alcalinidad se mide en TBN (Total Base Number). Este grado posee una especial relevancia ya que la alcalinidad es la que se encarga de neutralizar los ácidos que se formarán en el seno del aceite como consecuencia del proceso de combustión de gasóleos, ricos en azufre. Debido a esa neutralización, el TBN de un lubricante alcalino disminuye conforme progresa su utilización.

- Espuma. Es el resultado de aire que llega a ser absorbido y retenido por el aceite. La espuma en un lubricante es muy poco deseable ya que está compuesta por burbujas que reducen la presión de aceite, no lubrican y son compresibles, resultando en un flujo pobre de aceite hacia las partes lubricadas. Con frecuencia los aceites de turbinas y de aplicaciones hidráulicas contienen inhibidores de espuma para evitar estos problemas.

- Grado de protección contra la herrumbre (u óxido). Indica la capacidad del lubricante para evitar la herrumbre de las partes que recubre, en presencia de agua. Existen ensayos normalizados para cuantificar la calidad de los lubricantes en este tipo de protección.

- Corrosión de tira de cobre (Copper Strip Corrosion). Es un indicador que expresa lo corrosivo que es el aceite lubricante para el cobre. Este valor resulta especialmente importante en algunas bombas que contienen piezas de cobre en contacto con el lubricante.

- Contenido en azufre. Está relacionado con el tipo de aditivo utilizado en el lubricante, el petróleo que ha servido como fuente (cuando el lubricante procede del petróleo) y las condiciones de refinamiento bajo las que los aceites base fueron fabricados. Con excepción de los aceites de corte con azufre activo, la mayoría de los aceites industriales contienen tipos de sulfuros no activos que no son corrosivos.

Tipos de lubricantes: Existen lubricantes disponibles en forma de líquidos (aceites) y sólidos (aceites espesados o grasas y sólidos de película seca). En la actualidad, los lubricantes más utilizados son hidrocarburos líquidos debido a que son económicos, fáciles de aplicar y presentan buenas propiedades a bajas temperaturas. En el caso de temperaturas extremadamente altas, se utilizan líquidos sintéticos especiales. Finalmente, las grasas son generalmente utilizadas en aplicaciones en las que el aceite, por su fluidez, no permanece donde se necesita o en aquellas aplicaciones en las que se requieren aditivos sólidos no solubles.

- Aceites: Se utilizan especialmente en aplicaciones en las que la temperatura es media o elevada. También cuando los períodos de relubricación exigidos son cortos. No contienen materiales sólidos o fibrosos, al contrario que las grasas.

Su rango de consistencia varía desde líquidos delgados hasta sustancias semi grasas. Dentro de los aceites lubricantes existen dos grandes grupos de los que el primero tiene un uso absolutamente mayoritario: lubricantes mineral-sintéticos y lubricantes con base animal o vegetal. Los lubricantes con base animal o vegetal se diferencian de los aceites minerales en que reaccionan con materiales alcalinos formando jabones (que es el componente más utilizado para espesar grasas). En ocasiones se añaden a los aceites minerales para aumentar su capacidad de impregnación. Su uso es muy limitado debido a sus importantes desventajas: se oxidan, se vuelven rancios y forman ácidos libres de grasa, terminan siendo gomosos y cuando son sometidos a altas temperaturas tienden a descomponerse en ácidos corrosivos; además, pueden contener y alimentar bacterias que pueden poner constituir un riesgo para la salud de las personas.

- Grasas semisólidas y sólidas. Son compuestos sólidos o semisólidos basados en aceites lubricantes (hasta un 90%, generalmente aceites minerales), un espesante (generalmente detergentes metálicos) y otros ingredientes tales como aditivos y colorantes. Al contrario que los aceites, las grasas lubricantes pueden contener materiales fibrosos y sólidos. Las grasas presentan varias ventajas sobre los aceites lubricantes: los sistemas de aplicación son más simples y menos caros, presentan mejores características de adhesión y de retención de película y constituyen una mejor protección contra la humedad y los contaminantes ambientales.

Existen grasas de muy diversas consistencias, El rango de consistencia abarca desde líquidos finos hasta bloques sólidos y el rango de colores varía desde transparentes hasta negros. Se pueden encontrar grasas con texturas de muy diversos tipos (suaves, mantecosas, viscosas, fibrosas, esponjosas y gomosas) pero esto no necesariamente es un indicador de su calidad, sino que está relacionada con su composición y método de fabricación.

- Lubricantes sólidos. Se utilizan en aplicaciones de muy altas temperaturas o cuando, por otros motivos, no es posible la utilización de lubricantes líquidos o grasas. La principal dificultad de su uso estriba en mantener una capa de lubricante adecuada entre las superficies deslizantes ya que el lubricante sólido se desgasta. El desgaste puede ser crítico en aplicaciones de precisión debido a que conlleva un incremento de las holguras.

Los lubricantes sólidos más útiles son aquellos con una estructura molecular laminada en la que las placas de moléculas deslizan fácilmente unas sobre otras. Dentro de éstos, los más comunes son: grafito, disulfuro de molibdeno, politetrafluoroetileno (PTFE), otros polímeros, talco, metales, óxidos de metal y sales. Asimismo, existen muchas formas de aplicación en las superficies: cepillados, aplicados con aerosoles, transportados por líquidos o gases, etc. No todos los lubricantes sólidos tienen la misma aplicabilidad. El grafito y el disulfuro de molibdeno se oxidan rápidamente en el aire ante temperaturas superiores a 400°C, por lo que su uso no es recomendado en estas condiciones. El PTFE presenta uno de los menores coeficientes de fricción observados en lubricación al límite (del orden de 0,05), pero la fricción crece hasta valores más propios de otros plásticos cuando la velocidad de deslizamiento sobrepasa cierto límite, persistiendo aún cuando la velocidad disminuye a valores más bajos (lo cual constituye un punto de funcionamiento crítico).

4.2. MARCO CONCEPTUAL

Lubricante: Es una sustancia líquida que una vez colocada entre dos o más piezas mecánicas o móviles no se va degradando y al mismo tiempo permite la formación de una película que evita el contacto directo entre las piezas para que puedan ser usadas o funcionar sobre todo con altas temperaturas y también bajo mucha presión física o roce (hablando siempre de las piezas mecánicas, claro). Existen muchos tipos y variantes de lubricantes, las distintas sustancias lubricantes, siempre dependiendo de su composición y presentación pueden ser: Aceites, Aceite hidráulico, Aceite de engrase en general, Grasas, Geles, Hidrosolubles, Sintéticos, Industriales, Puros o sólidos, entre otros.

Grasa: Es un material semifluido formado por un agente espesante, un aceite base y, normalmente, una serie de aditivos.

Análisis de vibraciones: Es el análisis que permite diagnosticar el estado de las máquinas y sus componentes mientras funcionan normalmente dentro de una planta de producción, es una de las tecnologías más utilizadas en el mantenimiento predictivo de las máquinas rotativas.

5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE METALES.

5.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Actualmente a la empresa llegan láminas metálicas, las cuales dependiendo de su aplicación se transforman a medida que pasan por el proceso de metales.



Figura No. 1 Estanterías para recepción de láminas metálicas

Se verificó que la geometría sea la adecuada y las que no cumplen son llevadas a las cizallas SAFAN o AJIAL para obtener la geometría deseada.



Figura No. 2 cizalla SAFAN



Figura No. 3 cizalla AJIAL

Posteriormente las láminas se dividen dependiendo su aplicación (Puerta o Mueble), las láminas que conforman el mueble (tapa superior y costados) son llevadas al *tren de gabinetes*.

El tren de gabinetes se compone de los siguientes segmentos:

- Cargador de lámina: es un alimentador encargado de cargar y posicionar las láminas en la máquina.



Figura No. 4 Tren de gabinetes: cargador de lámina

Estos funcionan con unas ventosas que se adhieren a la lamina y la levantan para luego desplazarse a traves de un riel y posicionarlas en la maquina.

- Troqueladora: Consta de una serie de troqueles accionados a partir de cilindros hidraulicos y neumaticos comandados por servos automaticos



Figura No. 5 Tren de gabinetes: Troqueladora

- Roladora: En esta parte se doblan los costados del mueble creando unas pestañas, al pasar por unos rodillos accionados mediante un motor eléctrico y 2 reductores.



Figura No. 6 Tren de gabinetes: Roladora

- Dobladora: Se realiza el doblado de la parte superior e inferior de los costados.

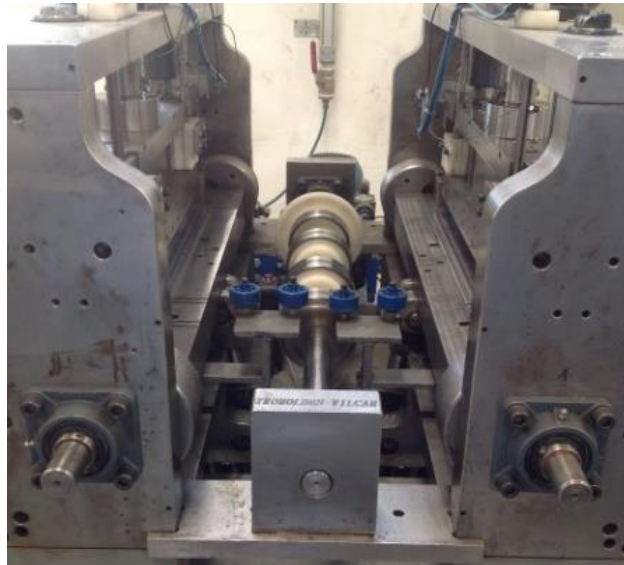


Figura No. 7 Tren de gabinetes: Dobladora

Una vez salen del tren de gabinetes se hace pasar la tapa superior por la prensa ARISA en la cual se realiza el doblado de la parte superior e inferior.

Las láminas metálicas que se usan para las puertas son llevadas a diferentes prensas dependiendo del modelo. Estas hacen diferentes perforaciones en la lámina dependiendo de la aplicación.

Prensas:

- | | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • CPTÉ 80 • WMW 021064 • WMW 021151 • SCOTT 1 • SCOTT 2 • COHA OP 10 • COHA OP 20 • COHA OP 30 | | <p>Estas máquinas
realizan el mismo
proceso</p> |
|---|--|---|

5.2. DIAGNOSTICO

Se encontró que actualmente la empresa no cuenta con un programa de lubricación establecido para ninguna de las máquinas que hacen parte del proceso productivo.

La lubricación se hace de manera empírica y es a criterio del técnico encargado de la lubricación, por lo tanto no hay un estándar o una guía para ejecutar los trabajos de lubricación, cada técnico tiene su forma de hacerla sin tener en cuenta la cantidad de lubricante a utilizar o por qué se debe utilizar un lubricante específico, así como tampoco las frecuencias de lubricación o cambio de aceite.

Generalmente las órdenes de mantenimiento preventivo son generadas semanalmente, pero estas obedecen a los problemas que se van evidenciando, por lo que las rutinas de lubricación muchas veces son dejadas a un lado debido a que hay problemas más urgentes.

No hay establecida una cultura que muestre la importancia de la lubricación en los sistemas mecánicos y como esta práctica bien estructurada y ejecutada puede disminuir las paradas de la máquina, las intervenciones y puede prolongar la vida útil de los elementos que la conforman lo que se traduce en disminución de costos debido a que la rotación de repuestos se disminuye.

6. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA PLANEACIÓN DE LUBRICACIÓN

Con el fin de establecer un programa de lubricación es necesario conocer las máquinas y sus manuales, identificar la criticidad en el proceso, apoyarse en la experiencia del personal que ha trabajado con las máquinas, conocer el estado actual de la lubricación, que lubricantes se están utilizando y que estrategias se deben implementar para mejorar lubricación.

6.1. MAQUINARIA DEL PROCESO DE METALES:

Las máquinas que tienen implicación en el proceso de metales son:

- A.** Tren de gabinetes
- B.** Prensa Arisa
- C.** COHA OP 10
- D.** COHA OP 20
- E.** COHA OP 30
- F.** SCOTT 1 y SCOTT 2
- G.** CPT 80, WMW 021064 y WMW 021151

6.2. CRITICIDAD EN EL PROCESO DE METALES:

Para establecer la criticidad en el proceso de metales se tomó como referencia la implicación que tiene cada máquina sobre el proceso productivo de la empresa.

Encontrando que el tren de gabinetes es el equipo más crítico del proceso de metales, si este presenta fallos o una parada, esta se ve reflejada directamente en las líneas de producción, por otro lado la prensa Arisa va directamente relacionada con el tren de gabinetes.

Seguido por las prensas COHA OP 10,20 y 30, que tienen troqueles diferentes para realizar distintas operaciones sobre las puertas.

Por ultimo las maquinas SCOTT 1 y SCOTT 2, que son máquinas gemelas (realizan la misma operación) y las prensas CPT 80, WMW 021064 y WMW 021151.

6.3. INVENTARIO LUBRICANTES

Actualmente la empresa cuenta a disposición con los siguientes lubricantes:

Tabla No.1 Inventario de lubricantes

INVENTARIO DE LUBRICANTES	
ACEITES	GRASAS
GULF EP Lubricant HD 220	VERKOFOOD WR-2
GULF EP Lubricant HD 320	VERKOL EPX-00
GULF GEAR MP 80W90	OMEGA 65
GULF HARMONY AW ISO VG 32	SKF LGMT 2
GULF HARMONY AW ISO VG 46	
GULF HARMONY AW ISO VG 68	
ATLAS COPCO XTEND DUTY	
SHELL TIVELA S	
DOP	
SHELL MORLINA	

Fuente: Elaboración propia

6.4. ESTADO ACTUAL DE LOS LUBRICANTES

Se observó que las condiciones de almacenamiento no son las adecuadas, las grasas y los lubricantes se guardan junto con pinturas, alcoholes, etc. lo que puede ocasionar una contaminación cruzada, por otro lado los lubricantes no cuentan con un apropiado etiquetado para su reconocimiento y se podrían presentar confusiones en el momento de la lubricación. Se establece que para el año 2018 las condiciones de almacenamiento de lubricantes deben mejorar, haciendo una reestructuración del área de almacenaje y con la adquisición de nuevos elementos como bandejas de contención de derrames, sistema de etiquetado por rótulos, contenedores de aceite, etc.



Figura No. 8 Tanques de almacenamiento de los lubricantes



Figura No. 9 Almacenamiento de los lubricantes

Para facilitar el manejo de inventario y reducir los costos ocasionados por la diferencia de rotación de los pedidos (intervalos de compra de los lubricantes) y también para mejorar la lubricación en los rodamientos de las maquinas del proceso de metales, se estandarizo una sola grasa CASTROL MOLUB ALLOY 860-220 la cual cumple con todas las condiciones de trabajo.



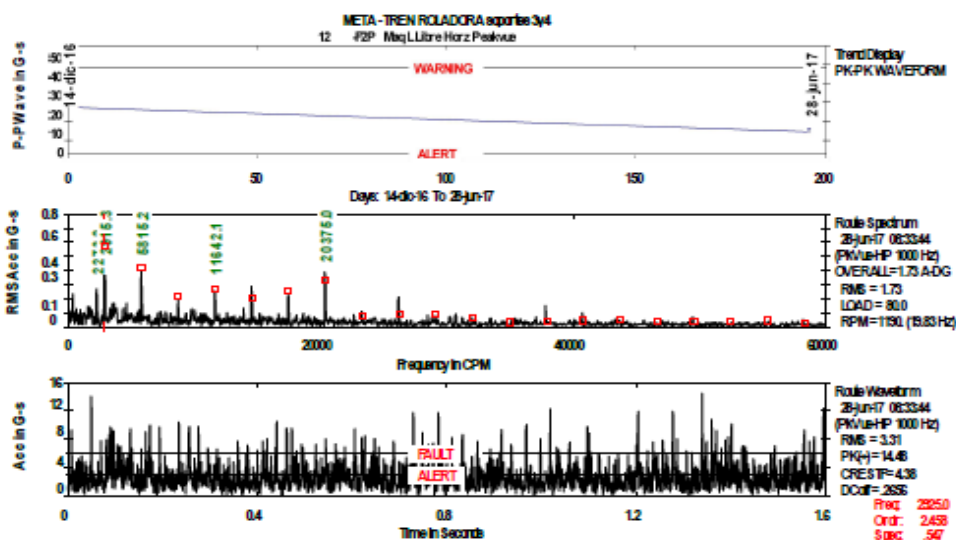
Figura No. 10 CASTROL Molub Alloy 860-220

7. DISEÑO DEL PROGRAMA DE LUBRICACIÓN ADECUADO PARA EL PROCESO DE METALES

El adecuado establecimiento de un programa de lubricación requiere una inspección preliminar de las máquinas y una programación temporal y espacial de las tareas de lubricación. Para el diseño del programa de lubricación es necesario identificar las frecuencias de lubricación, recopilar la información de los análisis y las recomendaciones de los expertos, identificar las acciones a realizar, establecer prioridades y buscar alternativas que generen confiabilidad en el proceso de lubricación.

7.1. IDENTIFICACION DE FRECUENCIA DE LUBRICACIÓN

Para tener un conocimiento del estado de las máquinas de la empresa en general, incluyendo las que se hacen parte del proceso de metales, se gestiona por parte del área de mantenimiento un análisis de vibraciones (*Ver anexo no.1 análisis de vibraciones*) el cual se realizara cada 6 meses para poder evidenciar las máquinas que se encuentran en estado crítico y establecer las prioridades y las acciones a tomar.



Recomendaciones:

- ✓ No se observa punto de lubricación. Cambiar rodamiento del soporte No. 4 en la parada más próxima, los niveles son muy altos y el rodamiento puede destruirse.
- ✓ Lubricar rodamiento soporte No. 3

Figura No. 11 Análisis de vibraciones

La *figura No. 11 Análisis de vibraciones* muestra lo que se encontró en el análisis de vibraciones que se realizó en el mes de diciembre, en él se evidencian las acciones correctivas a ejecutar.

A partir de la información recogida en los manuales, la experiencia de los técnicos y los operarios, el asesoramiento del coordinador de mantenimiento mecánico, recomendaciones de proveedores de lubricantes y recomendaciones de los analistas de vibraciones, se consolida el siguiente programa de lubricación para las máquinas del proceso de metales:

Tabla No.2 Programa de lubricación

	Engrasar rodamientos	Revisar nivel de aceite, completar si es necesario	Revisar filtros, reemplazar si es necesario	Lubricar cajas de engranajes	Lubricar cilindros y guías lineales	Lubricar ejes	Llenar depositos de los sistema neumáticos	Revisar unidades de mantenimiento neumáticas	Realizar prueba de viscosidad	Realizar prueba del estado del aceite	Realizar analisis de vibraciones
TREN DE GABINETES	Mensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Bimensual	Mensual	Semanalmente	Trimestral	Cuatrimestral	Cuatrimestral	Semestral
PRENSA ARISA	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Bimensual	Bimensual	-	-	Semestral	Semestral	Semestral
SCOTT 1	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Cada 2 semanas	Trimestral	Semestral	Semestral	Semestral
SCOTT 2	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Cada 2 semanas	Trimestral	Semestral	Semestral	Semestral
COHA / OPERACIÓN 10	Trimestral	Cuatrimestral	Trimestral	-	Cuatrimestral	Trimestral	Mensualmente	Bimensual	Semestral	Semestral	Semestral
COHA / OPERACIÓN 20	Trimestral	Cuatrimestral	Trimestral	-	Cuatrimestral	Trimestral	Mensualmente	Bimensual	Semestral	Semestral	Semestral
COHA / OPERACIÓN 30	Trimestral	Cuatrimestral	Trimestral	-	Cuatrimestral	Trimestral	Mensualmente	Bimensual	Semestral	Semestral	Semestral
PRENSA MWM 21064	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	-	-	Semestral	Semestral	Semestral
PRENSA MWM 21151	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	-	-	Semestral	Semestral	Semestral
PRENSA CPT80	Trimestral	Trimestral	Bimensual	Trimestral	Trimestral	Bimensual	-	-	Semestral	Semestral	Semestral
CIZALLA AJIAL	Cuatrimestral	Cuatrimestral	Bimensual	-	Cuatrimestral	Trimestral	-	-	Semestral	Semestral	Semestral
CIZALLA SAFAN	Cuatrimestral	Cuatrimestral	Bimensual	-	Cuatrimestral	Trimestral	-	-	Semestral	Semestral	Semestral

Fuente: Elaboración propia

Para mejorar el control de la lubricación para los rodamientos del tren de gabinetes (máquina más crítica) se sugiere la instalación de unos dispensadores de grasa de punto individual. (*Ver anexo No. 2 Dispensadores de grasa*)



Figura No. 12 Dispensadores de grasa

Inicialmente se instalaran en el tren de gabinetes, pero se tiene pensado instalarlos en la mayoría de máquinas que conforman el proceso productivo de la empresa.

Se encontró que el acceso a una de las máquinas COHA OP 10 es complicado debido a que es necesario que el técnico encargado tenga entrenamiento vigente para trabajos en altura, es por esto que se sugiere instalar una unidad de lubricación centralizada que cuenta con un Sistema de control automático, para que sea fácil de monitorear el nivel de lubricante y sea más amena la lubricación de la máquina. (*Ver anexo No. 3 Ficha técnica Unidad de Lubricación centralizada*).



Figura No. 13 Unidad de lubricación centralizada

Para la instalación de la unidad es necesario todo el sistema de control electrónico el cual llegara para febrero de 2018, debido a que la mayoría de componentes son importados.

7.2. FICHA TECNICA DE LOS LUBRICANTES

Las fichas técnicas fueron suministradas mediante los proveedores de cada uno de los lubricantes y aceites. Una vez se recopilaron todas las fichas técnicas (Ver **Anexo No. 4** *Ficha tecnica Grasa CASTROL*, **Anexo No. 5** *Ficha tecnica Gulf EP Lubricant HD*, **Anexo No. 5.1** *hoja de seguridad gulf EP lubricant HD*, **Anexo No. 6** *Ficha tecnica Gulf Gear MP SAE 80W90 Y 85W140*, **Anexo No. 7** *Ficha tecnica Gulf Harmony A.W*, **Anexo No. 8** *Ficha tecnica HDT DOP* y **Anexo No. 9** *Ficha tecnica Morlina*) fueron socializadas al equipo de mantenimiento y fueron guardadas en una carpeta en el cuarto de almacenaje para ser consultados.

7.3. METODO Y TIPO DE LUBRICACIÓN

Existen 4 tipos de lubricantes líquidos, grasas, sólidos y gases, en la empresa solamente se trabaja con los dos primeros, los otros son para aplicaciones especiales que no se encuentran actualmente en la empresa.

Los métodos de lubricación que se utilizaron fueron: manual y automáticos.

La lubricación manual está necesariamente vinculada a elementos mecánicos que no requieren una adición o renovación continua de lubricante. Sin embargo, en éstos sí se requiere que la cantidad y el estado del lubricante sean verificados periódicamente.

Los sistemas automáticos de lubricación están siempre asociados a máquinas en las que la falta de lubricante crea una situación crítica que puede derivar en la rotura de los componentes, las paradas de producción, disminución de la vida, pérdida de precisión (calidad) en la fabricación, etc. Pero incluso en las situaciones en las que se puede optar por un sistema de lubricación automático o manual, los primeros presentan ciertas ventajas tales como la reducción de la dedicación de hombres a las tareas de lubricación, un mejor control del lubricante, mayor fiabilidad en el funcionamiento (ya que no depende de la actuación del hombre), reducción de la cantidad de lubricante consumido, etc.
















Manuales: Graseras e inyectoros de aceite

Automáticos: dispensadores de grasa de punto individual y sistema de lubricación centralizada.

7.4. DISEÑO DE SISTEMA DE CODIFICACIÓN POR COLORES

Con el propósito de establecer una guía para la utilización y almacenaje de los lubricantes, se diseña un código de colores para que sea más fácil la identificación y así evitar confusiones al momento de utilizar los lubricantes.

Tabla No.3 Código de colores para los lubricantes

CODIGO DE COLORES PARA LOS LUBRICANTES			
ACEITES		GRASAS	
GULF EP Lubricant HD 220		VERKOFOOD WR-2	
GULF EP Lubricant HD 320			
GULF GEAR MP 80W90		VERKOL EPX-00	
GULF HARMONY AW ISO VG 32			
GULF HARMONY AW ISO VG 46		OMEGA 65	
GULF HARMONY AW ISO VG 68			
ATLAS COPCO XTEND DUTY		SKF LGMT 2	
SHELL TIVELA S			
DOP		CASTROL MOLLUB ALLOY 860-220	
SHELL MORLINA			

Fuente: Elaboración propia

En el código se establece que el color del borde de la figura es igual para todos los lubricantes que sean del mismo proveedor. Además se deben etiquetar todos los activos del almacén y actualizar la tabla cada que se adquiriera un nuevo lubricante.

7.5. INDICADORES

Para mantener un control y verificar el estado de la lubricación se establecen los siguientes indicadores:

Tabla No.4 Indicadores

OBJETIVOS		META	INDICADOR	FRECUENCIA
Análisis.	Conocer la disponibilidad de la máquina	100%	$\frac{\text{Tiempo total de operación}}{\text{Tiempo total de operación} + \text{Tiempo total de parada}} \times 100\%$	Mensual
Gestión de los recursos.	Garantizar el aprovechamiento máximo de los recursos y evitar los intervalos de compra frecuentes	20%	$\frac{\text{Gastos en lubricantes periodo anterior} - \text{Gastos en lubricantes actual}}{\text{Gastos en lubricantes periodo anterior}} \times 100\%$	Trimestral
Seguimiento.	Establecer estrategias de seguimiento para el cumplimiento del programa de lubricación y el análisis de vibraciones	100%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de prioridades 1 y 2 del análisis de vibraciones solucionadas}}{\text{N}^\circ \text{ de prioridades 1 y 2 del análisis de vibraciones encontradas}} \times 100\%$	Semestral
		100%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de ítems cumplidos del programa de lubricación}}{\text{N}^\circ \text{ e ítems establecidos en el programa de lubricación}} \times 100\%$	Semestral

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- La planificación del mantenimiento reduce los costos de operación y reparación de los equipos industriales. Los programas para la lubricación, limpieza y ajustes de los equipos permiten una reducción notable en el consumo de energía y un aumento en la calidad de los productos terminados.
- Tener un equipo de trabajo capacitado y con conocimientos básicos sobre lubricación, así como el uso de herramientas para el análisis de lubricantes y la implementación de mantenimientos predictivos, son importantes para ejecutar adecuadamente los programas de lubricación.
- Tener unos objetivos y unos indicadores establecidos no solo favorece a que se dé un seguimiento adecuado al cumplimiento del cronograma de lubricación también a seguir buscando y generando estrategias de mejora continua.
- El éxito del programa de lubricación depende de todas las personas involucradas en el proceso productivo de la empresa, desde el encargado del presupuesto hasta el operario de la máquina.

RECOMENDACIONES

- Actualizar el código de colores para la identificación de los lubricantes y anexar la ficha técnica cada que se adquiriera un lubricante nuevo.
- Cumplir a cabalidad el cronograma establecido para la lubricación
- Seguir capacitando a los técnicos encargados de la lubricación.
- Instalar la unidad de lubricación centralizada.
- Instalar los dispensadores de grasa de un solo punto.
- Mejorar el cuarto de almacenamiento de los lubricantes.

BIBLIOGRAFÍA

[1] CALLONI, Juan Carlos. MANTENIMIENTO ELÉCTRICO Y MECÁNICO PARA PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS PyMES. Buenos Aires, Argentina 2011. Editorial Nobuko.

[2] PÉREZ GONZÁLES, Antonio; RODRÍGUEZ CERVANTES, Pablo Jesús; SÁNCHEZ MARÍN, Francisco Tomas; SANCHO BRÚ, Joaquín Luís. MANTENIMIENTO MECÁNICO DE MÁQUINAS. Universitat Jaume I, Castelló de la Plana, España 2007.

[3] OLLOGUI, Aquiles. BASES PARA UN BUEN PROGRAMA DE LUBRICACION PREVENTIVA. Facultad de ingeniería mecánica y eléctrica de la U.N.L. Monterrey, México 1967

[4] GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco Javier. TEORÍA Y PRÁCTICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL AVANZADO. Madrid, España 2012. FC Editorial

[5] BEDOYA MARQUEZ, Augusto. MANUAL DE LUBRICACIÓN POR EQUIPOS PARA LA INDUSTRIA LICORERA DE CALDAS. Facultad de ingeniería mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira, 2006

MANTENIMIENTO mecánico de máquinas / Francisco T. Sánchez Marín ... [et al.].— 2a ed. — Castelló de la Plana : Publicacions de la Universitat Jaume I, D. L. 2007

WEBGRAFÍA

http://lubrication-management.com/wp-content/uploads/sites/3/2014/07/Principios_basicos_grasas_lubricantes_ES.pdf

<https://www.definicionabc.com/motor/lubricante.php>

<http://www.energiza.org/mantenimiento-de-plantas/19-mantenimiento-de-plantas/516-analisis-de-vibraciones-una-tecnologia-clave-del-mantenimiento-predictivo>